

PCT

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
Internationales Büro



INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

<p>(51) Internationale Patentklassifikation <sup>6</sup> : <b>C07C 13/72 // H01S 3/0947</b></p>	<p><b>A1</b></p>	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: <b>WO 99/40051</b></p> <p>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 12. August 1999 (12.08.99)</p>
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP99/00615</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 30. Januar 1999 (30.01.99)</p> <p>(30) Prioritätsdaten: 198 04 310.4 4. Februar 1998 (04.02.98) DE</p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): AVENTIS RESEARCH &amp; TECHNOLOGIES GMBH &amp; CO. KG [DE/DE]; D-65926 Frankfurt am Main (DE).</p> <p>(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): WEISSÖRTEL, Frank [DE/DE]; Königsteinerstrasse 68, D-65929 Frankfurt am Main (DE). SALBECK, Josef [DE/DE]; Am Flachland 56, D-65779 Kelkheim (DE). SPREITZER, Hubert [DE/DE]; Inselsbergstrasse 10, D-65929 Frankfurt am Main (DE).</p> <p>(74) Gemeinsamer Vertreter: AVENTIS RESEARCH &amp; TECH- NOLOGIES GMBH &amp; CO. KG; Patent- und Lizenz- abteilung, Gebäude K 801, D-65926 Frankfurt am Main (DE).</p>		<p>(81) Bestimmungsstaaten: CN, JP, KR, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p>Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i></p>
<p>(54) Title: SPIRANS AND THE USE THEREOF</p> <p>(54) Bezeichnung: SPIROVERBINDUNGEN UND DEREN VERWENDUNG</p> <div data-bbox="519 1218 1055 1575"><p>(I)</p></div> <p>(57) Abstract</p> <p>The invention relates to novel spirans of formula (I).</p> <p>(57) Zusammenfassung</p> <p>Die vorliegende Erfindung betrifft neuartige Spiroverbindungen der Formel (I).</p>		

### LEDIGLICH ZUR INFORMATION

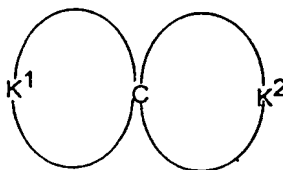
Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

## Beschreibung

## Spiroverbindungen und deren Verwendung

## 5 Spiroverbindungen der allgemeinen Formel

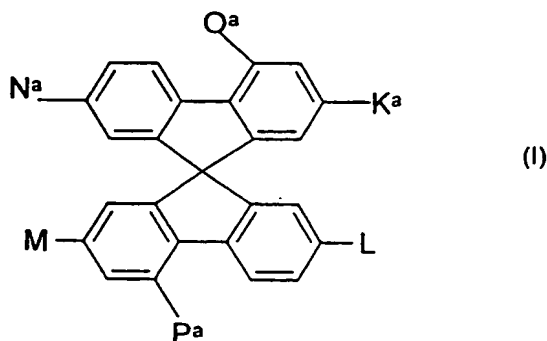


10 in der K<sup>1</sup> und K<sup>2</sup> unabhängig voneinander konjugierte Systeme bedeuten, haben beispielsweise als Elektrolumineszenzmaterialien (EP-A 0 676 461), als Ladungstransportschicht in photovoltaischen Zellen (WO-A 97/106 17), als Werkstoffe in der nichtlinearen Optik (EP-A 0 768 563) und als optische Aufheller (DE-A 196 45 063) Anwendung gefunden.

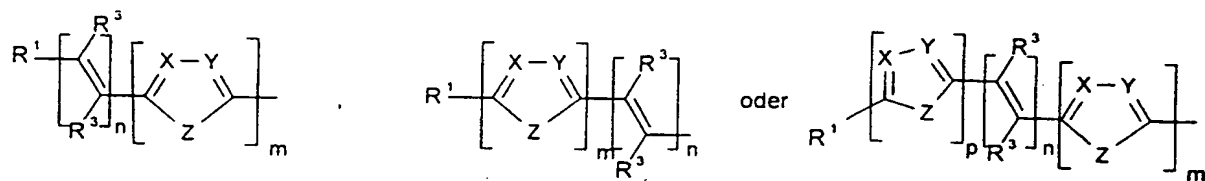
15 Es wurde nun überraschend gefunden, daß sich bestimmte Spiroverbindungen, die mehr als ein Spirozentrum enthalten, in besonderer Weise zur Verwendung als Laserfarbstoffe für organische Feststofflaser eignen.

Gegenstand der Erfindung sind daher Spiroverbindungen der Formel (I),

20



wobei K<sup>a</sup>, L, M, N<sup>a</sup>, O<sup>a</sup>, P<sup>a</sup> unabhängig voneinander gleich oder verschieden,



sind;

wobei die Symbole und Indizes die folgenden Bedeutungen haben:

$R^3$  H,  $C_1$ - $C_{22}$ -Alkyl, CN,  $C_6$ - $C_{14}$ -Aryl,  $C_4$ - $C_{15}$ -Heteroaryl,  $C_5$ - $C_{20}$ -Alkylaryl und  $C_5$ - $C_{20}$ -Arylalkyl

m, n, p: unabhängig voneinander gleich oder verschieden 0, 1, 2, 3, 4, 5, oder 6;

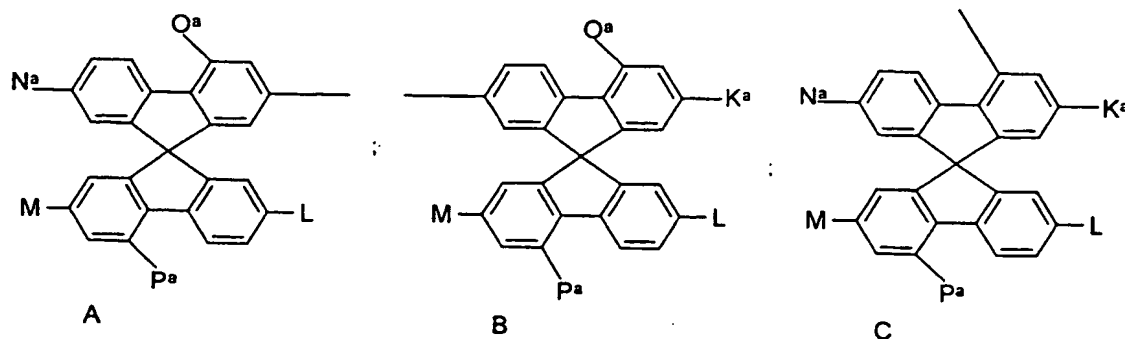
X, Y: CR, N

Z: O, S, NR,  $CR_2$ ,  $-CH=CH-$ ,  $-CH=N-$ ,  $-CR^2=CR^2-$  oder  $-CR^2=N-$ ;

R: H,  $C_1$ - $C_{22}$ -Alkyl (linear, verzweigt oder cyclisch),  $C_1$ - $C_{22}$ -Alkoxy, CN,  $NR^2$ ,  $COOR^2$ , CHO,  $SR^2$ ,  $NO_2$ , OH,  $C_6$ - $C_{14}$ -Aryl, wie Phenyl, Biphenyl, 1-Naphthyl, 2-Naphthyl, 9-Anthryl,  $C_4$ - $C_{15}$ -Heteroaryl,

vorzugsweise enthaltend ein, zwei oder drei N, O und/oder S Atome, besonders bevorzugt 2-Thienyl, 2-Furanyl, oder Aryloxy,

$R^1$ : unabhängig voneinander, gleich oder verschieden R, A, B oder C , wobei



wobei mindestens ein, vorzugsweise 1 bis 10, Reste  $R^1$  aus den Resten A, B oder C ausgewählt sind;

5  $R^2$  ist gleich oder verschieden H oder ein Kohlenwasserstoffrest mit 1 bis 30 C-Atomen, der auch ein oder mehrere, vorzugsweise ein, zwei oder drei, Heteroatome, vorzugsweise N, O und/oder S, enthalten kann,

ausgenommen Verbindungen der Formel (I) bei denen

10 bei  $O^a$ ,  $P^a$ , M und L gleichzeitig  $R^1$  ungleich A, B oder C ist  
und zugleich bei  $K^a$  und  $N^a$   $R^1$  gleich A oder B bedeutet.

sowie Verbindungen der Formel (I) bei denen

bei  $O^a$ ,  $K^a$ , M und  $P^a$  gleichzeitig  $R^1$  ungleich A, B oder C ist  
und zugleich bei  $N^a$  und L  $R^1$  gleich A oder B bedeutet.

15 Bevorzugt sind Verbindungen der Formel (I), die dadurch gekennzeichnet sind, daß die Symbole und Indizes die folgenden Bedeutungen haben:

n, p : 0;  
m : 0, 1, 2, 3, 4, 5 oder 6;  
20 X, Y : CR;  
Z : -CR=CR-; und  
 $R^1$  : unabhängig voneinander gleich oder verschieden R, A, B oder C,  
wobei mindestens ein Rest  $R^1$  A, B oder C ist.  
 $R^3$  : H,  $C_2$ - $C_{10}$ -Alkyl,  $C_6$ - $C_{10}$ -Aryl

25 Besonders bevorzugte Verbindungen der Formel (I) sind dadurch gekennzeichnet, daß bei  $K^a$ , L, M,  $N^a$  die Reste  $R^1$  unabhängig voneinander gleich oder verschieden A, B oder C sind.

30 Ganz besonders bevorzugte Verbindungen der Formel (I) sind dadurch gekennzeichnet, daß  $O^a$  und  $P^a$  gleich H sind.

Ebenso ganz besonders bevorzugte Verbindungen der Formel (I) sind dadurch gekennzeichnet, daß  $R^1$  gleich oder verschieden A, B oder C ist.

- 5 Ebenso besonders bevorzugte Verbindungen der Formel (I) sind dadurch gekennzeichnet, daß  $R^1$  : R oder A ist, wobei mindestens ein  $R^1$  gleich A ist.

Weiterhin ganz besonders bevorzugte Verbindungen der Formel (I) sind dadurch gekennzeichnet, daß  $R^1$  gleich A ist.

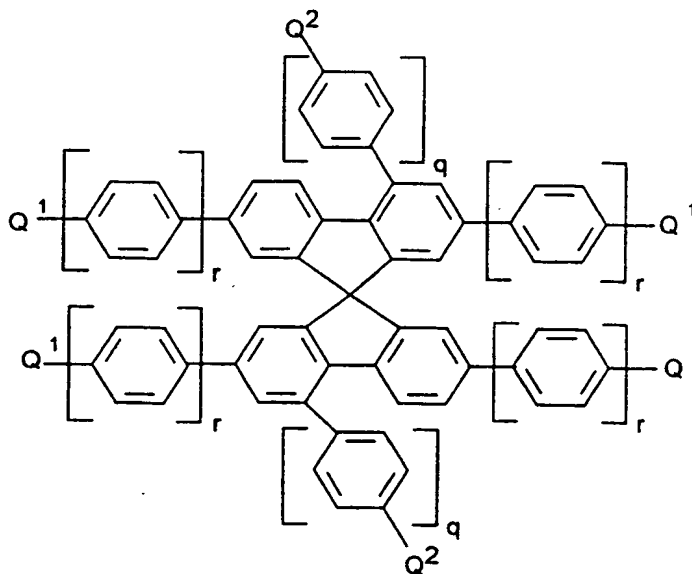
10

Bevorzugt beträgt die Anzahl der Gruppen A, B und/oder C 1 bis 50, vorzugsweise 1 bis 20, besonders bevorzugt 1 bis 10.

15

Verbindungen gemäß mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in Formel (I)  $O^a$  und  $P^a$  gleich H ist.

Insbesondere bevorzugte Verbindungen der Formel (I) sind solche der Formel (II),

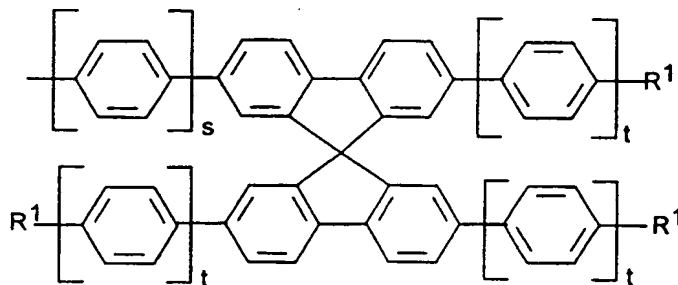


wobei die Symbole und Indizes die folgenden Bedeutungen haben:

5

q,r: unabhängig voneinander gleich oder verschieden 0, 1, 2, 3, 4, 5 oder 6;

Q<sup>1</sup>, Q<sup>2</sup>: unabhängig voneinander gleich oder verschieden H oder



5

wobei

s,t: unabhängig voneinander gleich oder verschieden 0, 1, 2, 3 oder 4 ist;  
und

10

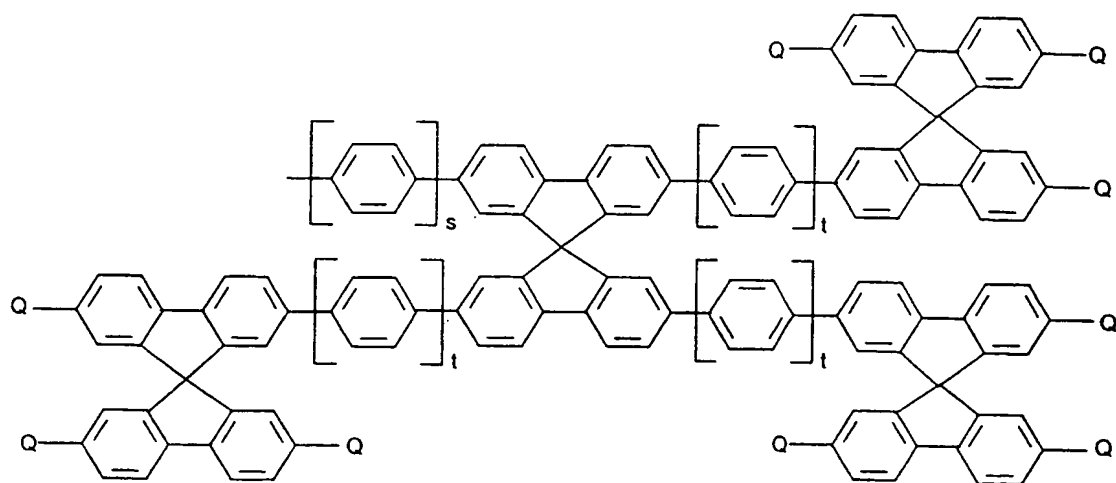
R<sup>1</sup>: unabhängig voneinander gleich oder verschieden R bzw. A, B oder C ist und mindestens ein Rest Q<sup>1</sup> oder Q<sup>2</sup> ungleich Wasserstoff ist.

Bevorzugte Verbindungen gemäß Formel (II) sind dadurch gekennzeichnet, daß die  
Symbole und Indizes die folgenden Bedeutungen haben:

15

Q<sup>1</sup>, Q<sup>2</sup>: unabhängig voneinander gleich oder verschieden H oder

6



wobei

s,t: unabhängig voneinander gleich oder verschieden 0, 1, 2, 3 oder 4 ist; und

Q: unabhängig voneinander gleich oder verschieden R oder Q' ist.

Die Herstellung der erfindungsgemäßen Spiroverbindungen erfolgt nach an sich literaturbekannten Methoden, wie sie in Standardwerken zur Organischen Synthese, z.B. Houben-Weyl, Methoden der Organischen Chemie, Georg-Thieme-Verlag, Stuttgart und in den entsprechenden Bänden der Serie "The Chemistry of Heterocyclic Compounds" von A. Weissberger und E. C. Taylor (Herausgeber) beschrieben werden.

Die Herstellung erfolgt dabei unter Reaktionsbedingungen, die für die genannten Umsetzungen bekannt und geeignet sind. Dabei kann auch von an sich bekannten, hier nicht näher erwähnten Varianten Gebrauch gemacht werden.

Verbindungen der Formel (II) mit  $O^a = P^a = H$  werden beispielsweise ausgehend vom 9,9'-Spirobifluoren erhalten, dessen Synthese z.B. von R. G. Clarkson, M. Gomberg, J. Am. Chem. Soc. 52 (1930) 2881, beschrieben ist.



Die Herstellung von Verbindungen der Formel (I) mit  $K^a = L = M = N^a$ ,  $O^a = P^a = H$  kann beispielsweise ausgehend von einer Tetrahalogenierung in den Positionen 2,2',7,7' des 9,9'-Spirobifluorens und anschließender Substitutionsreaktion erfolgen (siehe z.B. US 5,026,894) oder über eine Tetraacetylierung der Positionen 2,2',7,7' des 9,9'-Spirobifluorens mit anschließender C-C-Verknüpfung nach Umwandlung der Acetylgruppen in Aldehydgruppen oder Heterocyclenaufbau nach Umwandlung der Acetylgruppen in Carbonsäuregruppen erfolgen.

Die Herstellung von Verbindungen der Formel (I) mit  $K^a = M = P^a = O^a = H$  und  $N^a = L$  kann beispielsweise analog zu denen der Formel IIIa erfolgen, wobei die stöchiometrischen Verhältnisse bei der Umsetzung so gewählt werden, daß die Positionen 2,2' bzw. 7,7' funktionalisiert werden (siehe z.B. J. H. Weisburger, E. K. Weisburger, F. E. Ray, J. Am. Chem. Soc. 72 (1959) 4253; F. K. Sutcliffe, H. M. Shahidi, D. Paterson, J. Soc. Dyers Colour 94 (1978) 306 und G. Haas, V. Prelog, Helv. Chim. Acta 52 (1969) 1202).

Die Herstellung von Verbindungen der Formel (IIIc) kann beispielsweise über eine Dibromierung in 2,2'-Stellung und anschließender Diacetylierung in 7,7'-Stellung des 9,9'-Spirobifluorens und anschließende Umsetzung analog zu der der Verbindungen IIIa erfolgen.

Verbindungen der Formeln (IIIe)-(IIIg) sind beispielsweise durch Wahl geeignet substituierter Ausgangsverbindungen beim Aufbau des Spirobifluorens herstellbar, z.B. kann 2,7-Dibromspirobifluoren aus 2,7-Dibromfluoren und 2,7-Dicarbethoxy-9,9-spirobifluoren durch Einsatz von 2,7-Dicarbethoxyfluoren aufgebaut werden. Die freien 2,7'-Positionen des Spirobifluorens können dann unabhängig weiter substituiert werden.

Für die Synthese der Gruppen  $K^a$ , L, M,  $N^a$ , sei beispielsweise verwiesen auf DE-A 23 44 732, 24 50 088, 24 29 093, 25 02 904, 26 36 684, 27 01 591 und 27 52 975 für Verbindungen mit 1,4-Phenylgruppen;

DE-A 26 41 724 für Verbindungen mit Pyrimidin-2,5-diyl-Gruppen;  
DE-A 40 26 223 und EP-A 03 91 203 für Verbindungen mit Pyridin-2,5-diyl-Gruppen;  
DE-A 32 31 462 für Verbindungen mit Pyridazin-3,6-diyl-Gruppen; N. Miyaura, T.  
Yanagi und A. Suzuki in Synthetic Communications 11 (1981) 513 bis 519, DE-A-3  
5 930 663, M. J. Sharp, W. Cheng, V. Snieckus in Tetrahedron Letters 28 (1987),  
5093; G. W. Gray in J. Chem. Soc. Perkin Trans II (1989) 2041 und Mol. Cryst. Liq.  
Cryst. 172 (1989) 165, Mol. Cryst. Liq. Cryst. 204 (1991) 43 und 91; EP-A 0 449  
015; WO 89/12039; WO 89/03821; EP-A 0 354 434 für die direkte Verknüpfung von  
Aromaten und Heteroaromaten;

10 Die Herstellung disubstituierter Pyridine, disubstituierter Pyrazine, disubstituierter  
Pyrimidine und disubstituierter Pyridazine findet sich beispielsweise in den  
entsprechenden Bänden der Serie "The Chemistry of Heterocyclic Compounds" von  
A. Weissberger und E. C. Taylor (Herausgeber).

15 Für weitere Varianten sei auch auf die Anwendungsbeispiele verwiesen.

Die erfindungsgemäßen Verbindungen eignen sich als Laserfarbstoffe.

20 Ein Laser ist eine lichtverstärkende Vorrichtung, die zur Erzeugung hochintensiver  
kohänter monochromatischer Lichtstrahlung fähig ist, welche in einem gut  
parallelisierten Strahl konzentriert ist, der gemeinhin als Laserstrahl bezeichnet wird.  
Ein typischer Laser umfaßt einen optischen Resonator mit einem laseraktiven  
Material, d.h. einem Lasermedium, welches ein Feststoff, eine Flüssigkeit oder ein  
25 Gas sein kann. Beim Betrieb des Lasers werden die Atome oder Moleküle des  
Lasermediums angeregt, bis sie Laserstrahlung aussenden, d.h. bis sie Photonen  
oder Lichtquanten abgeben. Zur Anregung der Atome oder Moleküle in den  
Laserstrahlung abgegebenen Zustand, d.h. zum Pumpen, werden sie einem  
Beschluß mit Elektronen oder Photonen ausgesetzt. Bei Photonenabgabe können  
30 solche Photonen die verfrühte Abgabe ähnlicher Photonen durch andere Moleküle  
auslösen, und zusammen bilden diese den Laserstrahl. Laser finden eine Vielfalt

von Verwendungen in so verschiedenen Gebieten wie Bohren, Spektroskopie, Schweißen, Schneiden, Nachrichtenübertragung, Analysenverfahren, Chirurgie und Fotochemie.

5 Üblicherweise kann ein Laser nur in einem kleinen Bereich des sichtbaren Spektrums arbeiten, da er vom verwendeten Lasermedium abhängt. Dies gilt insbesondere, weil die bei einem spezifischen Energieübergang in einem gegebenen Lasermedium ausgesendeten Wellenlängen nur über einen sehr geringen Bereich des sichtbaren Spektrums einstellbar sind. Es ist daher notwendig,  
10 eine Vielfalt verschiedener Lasermedien zur Verfügung zu stellen, um Laser zum Arbeiten über den gesamten sichtbaren Spektralbereich zu befähigen.

Die vorliegende Erfindung eignet sich zum Betrieb eines Farbstofflasers, der eine Pump-Lichtquelle umfaßt, welche die Fähigkeit zur Anregung eines Farbstoffes zur  
15 Aussendung von Laserstrahlung aufweist.

Weiterhin eignet sich die vorliegende Erfindung zur Aussendung von Laserstrahlung bei verschiedenen Wellenlängen, indem ein Lasermedium einer geeigneten Pump-Lichtquelle ausgesetzt wird, das einen organischen Laser-Farbstoff gemäß dieser  
20 Erfindung beinhaltet, um das Lasermedium zur Emission von Strahlung anzuregen.

Einzelheiten zur Verwendung der erfindungsgemäßen Anmeldung finden sich auch in der europäischen Patentanmeldung mit dem Titel "Organic Solid State Light Sources With Narrow Band Width Emission" vom 04.02.1998 (Anmelder Hoechst  
25 Research and Technology GmbH & Co. KG), auf die hiermit ausdrücklich Bezug genommen wird. Sie gilt durch Zitat als Bestandteil der vorliegenden Anmeldung.

Weiterhin können die erfindungsgemäßen Verbindungen beispielsweise Verwendung finden als:  
30

- a) Elektrolumineszenzmaterialien (siehe z.B. EP-A 0 676 461)

- b) Ladungstransportschicht in photovoltaischen Zellen (siehe z.B. WO-A 97/106 17) oder Strahlendetektoren (siehe z.B. DE-A 196 46 411 oder PCT/EP97/0605).
- c) als Werkstoffe in der nichtlinearen Optik (siehe z.B. EP-A 0 768 563)
- 5 d) als optische Aufheller (siehe z.B. DE-A 196 45 063).

Auf die zitierten Schriften wird ausdrücklich Bezug genommen, sie gelten durch Zitat als Bestandteil der vorliegenden Anmeldung.

- 10 Die Erfindung wird durch die Beispiele näher erläutert, ohne sie dadurch einzuschränken.

Beispiele:

15 **A Synthesen:**

**A 1 Vorstufen:**

A 1.1 Synthese von 9,9'-Spirobifluoren-2-boronsäure:

- 20 (a) 2-Brom-9-(biphenyl-2-yl)-fluoren-9-ol

2.34 g Magnesiumspäne sowie einige Kristalle Iod wurden in einem mit einem Heizfön ausgeheizten und mit N<sub>2</sub> überlagerten 500-ml-Vierhalskolben mit Rückflußkühler und Tropftrichter vorgelegt. Nachdem ca. 20 ml trockenes THF zugegeben waren, tropfte man zunächst möglichst schnell ca. 5 ml von 22.5 g

25 2-Brombiphenyl zu und erhitze an der Eintropfstelle. Nach dem Anspringen der Reaktion gab man den Rest des 2-Brombiphenyls so zu, daß das Reaktionsgemisch von selbst siedete. Anschließend wurden noch etwa 180 ml THF zugegeben, bevor 2 h refluxiert wurde. Die heiße, klare Grignard-Lösung wurde in einen 1000-ml-Vierhalskolben von nicht umgesetztem Mg abdekantiert. Man kühlte auf 0°C ab und

30 tropfte innerhalb von 20 min eine Lösung von 25.0 g 2-Bromfluoren-9-on in 290 ml THF zu. Nachdem das Eisbad entfernt worden war, rührte man bei Raumtemperatur

die gelbe Suspension eine Stunde und danach 2 h unter Rückfluß. Nach dem Erkalten wurde der ausgefallene weiße Feststoff abgesaugt, gewaschen und in einer Mischung aus 180 ml Eiswasser und ca. 5 ml konz. HCl hydrolysiert. Man extrahierte mit ca. 300 ml  $\text{CHCl}_3$ . Nach Vereinigung der organischen Phasen  
5 extrahierte man zweimal mit wäßriger  $\text{NaHCO}_3$ -Lösung und anschließend mit Wasser. Nach dem Trocknen und Abziehen des Lösemittels wurde durch Umfällen aus Methylenchlorid/Hexan weiter gereinigt. Man erhielt das Produkt als weißes, kristallines Pulver.

Ausbeute: 28.8 g (72 %).

10 Schmelzpunkt: 169 - 170°C.

$^1\text{H-NMR}$  (400 MHz, d-DMSO):  $\delta$  = 8.41 - 8.39 (pdd, 1H), 7.56 - 7.51 (ptd, 1H), 7.38 - 7.26 (m, 3H), 7.22 - 7.17 (m, 3H), 7.14 - 7.13 (pd, 1H), 7.09 - 7.06 (m, 1H), 6.86 - 6.82 (m, 1H), 6.78 - 6.76 (pdd, 1H), 6.65 - 6.57 (pd, 2H), 6.23 (s, 1H), 5.95, 5.79 (2 x s, 2H).

15 (b) 2-Brom-9,9'-spirobifluoren

47.0 g 2-Brom-9-(biphenyl-2-yl)-fluoren-9-ol wurden in 114 ml 99.8 %-igem Essigsäure unter Zugabe von 1.5 ml konz. HCl 2.5 h refluxiert.

Der ausgefallene Niederschlag wurde abgesaugt und mit Wasser gewaschen. Nach  
20 dem Trocknen erhielt man das Produkt als weißes, kristallines Pulver.

Ausbeute: 44.4 g (99%).

Schmelzpunkt: 183°C.

$^1\text{H-NMR}$  (400 MHz,  $\text{CDCl}_3$ ):  $\delta$  = 7.84 (dd, 2 H), 7.81 (dd, 1 H), 7.70 (d, 1 H), 7.49 (dd, 1 H), 7.37 (m, 3 H), 7.12 (m, 3 H), 6.85 (d, 1 H), 6.72 (m, 3 H).

25 (c) Synthese von 9,9'-Spirobifluoren-2-boronsäure

1.84 g Magnesiumspäne sowie einige Kristalle Iod wurden in einem ausgeheizten und mit  $\text{N}_2$  überlagerten 2000-ml-Vierhalskolben mit Rückflußkühler und Tropftrichter vorgelegt. Man tropfte zunächst möglichst schnell ca. 25 ml einer Lösung von 30.0 g  
30 2-Brom-9,9'-spirobifluoren in 120 ml trockenem THF zu und erhitzte an der Eintropfstelle. Nach dem Anspringen der Reaktion gab man den Rest Eduktlösung

so zu, daß das Reaktionsgemisch von selbst siedet. Anschließend wurden noch ca. 1100 ml THF zugegeben, bevor 2 h refluxiert wurde. Die auf Raumtemperatur abgekühlte, klare Grignard-Lösung wurde unter N<sub>2</sub> in einem 2000-ml-Vierhalskolben zu einer Mischung aus 8.68 g frisch destilliertem Borsäuretrimethylester in ca. 100 ml THF innerhalb 4 h so zugetropft, daß die Innentemperatur zwischen -70 und -75°C lag. Danach wurde der Ansatz langsam auf Raumtemperatur erwärmt. Zur weißen Suspension wurden 100 g Eiswasser / 3 ml 95 - 97 %-ige H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> gegeben. Es wurde vom nicht gelösten, anorganischen Niederschlag abgesaugt, nachgewaschen und die Mutterlauge zweimal mit wäßriger NaCl-Lösung extrahiert. Die organische Phase wurde über MgSO<sub>4</sub> getrocknet und das Lösemittel abgezogen. Das erhaltene Rohprodukt wurde zur Reinigung in der Wärme je zweimal mit Hexan und Acetonitril ausgerührt. Nach Trocknung erhielt man das Produkt als weißes Pulver.

Ausbeute: 21 g (77%).

<sup>1</sup>H-NMR (400 Mhz, d-DMSO): δ = 8.03 - 8.01 (pdd, 2H), 7.99 - 7.97 (pdd, 1H), 7.89 (s, 1H), 7.88 - 7.86 (pdd, 1H), 7.42 - 7.38 (m, 3H), 7.16 - 7.11 (m, 3H), 7.08 (ps, 1H), 6.60 - 6.59 (m, 3H).

#### A 1.2 Synthese 2,2',7,7'-Tetrabromspiro-9,9'-bifluoren:

Diese Verbindung wurde analog der Vorschrift in EP-A 676461 dargestellt.

#### A 1.3 Synthese von 2-Brom-2',7,7'-triiod-9,9'-spirobifluoren

In einem 250 ml Vierhalskolben mit Steigrohr und Tropftrichter wurde zu einer stark gerührten Lösung von 6.20 g 2-Brom-9,9'-spirobifluoren und 8.03 g Iod in 35 ml CHCl<sub>3</sub> unter N<sub>2</sub> innerhalb 1.2 h eine Suspension von 14.6 g Bis-(trifluoracetoxy)iodbenzol in 70 ml CHCl<sub>3</sub> getropft, wobei die Innentemperatur während der Zugabe 0 - 5 °C betrug. Man ließ noch eine Stunde bei 5 - 10 °C rühren und danach über Nacht bei Raumtemperatur.

Der ausgefallene Niederschlag wurde abgesaugt. Zu diesem gab man ca. 500 ml CHCl<sub>3</sub> und rührte die Suspension in einer mit NaHCO<sub>3</sub> alkalisch gemachten

wäßrigen  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ -Lösung. Nach Abtrennung der organischen Phase wurde diese mit Wasser ausgeschüttelt und bis zur Trockene eingengt.

Die rot gefärbte Mutterlauge wurde hintereinander mit einer wäßrigen Lösung von  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  und  $\text{NaHCO}_3$  ausgeschüttelt, über  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  getrocknet und bis zur Trockene eingengt.

Laut DC waren beide Fraktionen identisch. Diese versetzte man mit ca. 200 ml Aceton und ließ eine Stunde kräftig rühren. Nach Absaugen und Trocknen erhielt man das Produkt 2-Brom-2',7,7'-triiod-9,9'-spirobifluoren als weißes Pulver.

Ausbeute: 9.1 g (75%).

$^1\text{H-NMR}$  (400 MHz,  $\text{CDCl}_3$ ):  $\delta$  = 7.75 – 7.72 (pdt, 3H), 7.68 – 7.66 (pd, 1H), 7.57 – 7.52 (m, 4H), 7.00 (pt, 3H), 6.81 – 6.80 (pd, 1H).

#### A 1.4 Synthese von 2',7,7'-Tri-(9,9'-spirobifluoren-2-yl)-9,9'-spirobifluoren-2-boronsäure

(a) Synthese von 2-Brom-2',7,7'-tri-(9,9'-spirobifluoren-2-yl)-9,9'-spirobifluoren: 5.00 g 2-Brom-2',7,7'-triiod-9,9'-spirobifluoren, 7.70 g 9,9'-Spirobifluoren-2-boronsäure und 5.89 g  $\text{K}_2\text{CO}_3$  sowie 25 ml Toluol, 30 ml Wasser und 60 ml THF wurden in einem 250 ml Dreihalskolben mit Rückflußkühler vorgelegt und zur Befreiung von Sauerstoff 45 min unter  $\text{N}_2$  bei ca. 60 °C gerührt. Anschließend gab man 370 mg  $\text{Pd}(\text{PPh}_3)_4$  zu und ließ 48 h refluxieren.

Nachdem das Reaktionsgemisch durch einen Faltenfilter filtriert worden war, gab man zum gelb gefärbten Filtrat 100 mg KCN und erhitze unter Zugabe einiger Tropfen konz. wäßriger  $\text{NaHCO}_3$ -Lösung für eine Stunde bei ca. 70°C. Die Phasen wurden getrennt, wobei die wäßrige noch mit 50 ml  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$  extrahiert wurde. Die vereinigten organischen Phasen wurden über  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  getrocknet, bis zur Trockene eingengt und getrocknet.

Das Rohprodukt wurde mit Hexan/ $\text{CH}_2\text{Cl}_2$  = 2 : 1 als Eluens über Kieselgel gesäult. Nach Absaugen und Trocknen erhält man das Produkt als weißes Pulver.

Ausbeute: 5.05 g (58%)

$^1\text{H-NMR}$  (400 MHz,  $\text{CDCl}_3$ ):  $\delta$  = 7.83 – 7.80 (pd, 6H), 7.77 – 7.75 (m, 3H), 7.71 – 7.65 (m, 6H), 7.63 – 7.61 (pd, 1H), 7.43 – 7.41 (dd, 1H), 7.36 – 7.29 (m, 15 H), 7.08

– 7.03 (m, 9H), 6.85 – 6.82 (m, 4H), 6.77 – 6.76 (pd, 2H), 6.73 – 6.72 (pd, 1H), 6.71 – 6.67 (m, 6H), 6.65 – 6.63 (pd, 3H).

(b) Synthese von 2',7,7'-Tri-(9,9'-spirobifluoren-2-yl)-9,9'-spirobifluorenyl-2-boronsäure

In einem 100-ml-Dreihalskolben mit Innenthermometer und Septum tropfte man unter N<sub>2</sub> bei –74°C zu einer klaren Lösung von 2.00 g 2-Brom-2',7,7'-tri-(9,9'-spirobifluoren-2-yl)-9,9'-spirobifluoren in 40 ml abs. THF langsam 2.8 ml einer 1.6 M Lösung von *n*-BuLi in Hexan innerhalb 30 Minuten zu, wobei sich das Reaktionsgemisch gelb färbte. Man ließ auf –10°C erwärmen (Grünfärbung der Lösung), kühlte wieder auf –74°C ab und gab zu der grün bleibenden klaren Lösung 620 mg Borsäuretrimethylester innerhalb 10 min zu. Danach rührte der Ansatz bei Raumtemperatur über das Wochenende (Gelbfärbung der Lösung).

Nachdem zum gelben Reaktionsgemisch 60 ml Wasser gegeben worden waren, extrahierte man dreimal mit jeweils 30 ml CHCl<sub>3</sub> und die vereinigten organischen Phasen mit 30 ml Wasser. Die organische Phase wurde über Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> getrocknet, das Lösemittel abgezogen und über Kieselgel mit CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>/Hexan = 1 : 1 als Eluens gesäult, zunehmend polarer werdend (2 : 1, 3 : 1, reines CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>, CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>/MeOH, reines MeOH). Das Produkt wurde anschließend in einem Gemisch aus 50 ml Acetonitril und 25 ml Wasser bei ca. 50 °C für 30 Minuten ausgerührt. Nach Absaugen und Trocknen erhielt man das Produkt als weißes Pulver.

Ausbeute: 1.03 g (55%).

Da die Boronsäure ein Gemisch aus Boronsäure und verschiedenen Anhydriden darstellte, war die Interpretation des NMR-Spektrums nicht möglich. Eine kleine Probe wurde nach Verestern mit Ethylenglycol massenspektroskopisch nachgewiesen:

MS (FD, 8 kV):  $m/z$  (%) = 1259.9 (100) [ $M^+ - B(OCH_2)_2$ ].

A 1.5 Synthese von 2,2',7,7'-Tetrakis-(4-iodphenyl)-9,9'-spirobifluoren

In einem 250-ml-Zweihalskolben mit Rückflußkühler und Trockenrohr wurden bei Raumtemperatur zu einer Lösung von 6.00 g 2,2',7,7'-Tetraphenyl-9,9'-



spirobifluoren (Dargestellt nach EP-A 676461) in 100 ml  $\text{CHCl}_3$ , 4.94 g Iod und 9.67 g Bis-(trifluoracetoxy)iodbenzol gegeben.

Nach 30 Minuten Rühren, wurde der ausgefallene Feststoff abgesaugt, mit  $\text{CHCl}_3$  gewaschen, getrocknet und dreimal aus Toluol umkristallisiert. Man erhielt das  
5 Produkt 2,2',7,7'-Tetra-(4-iodphenyl)-9,9'-spirobifluoren als weißes Pulver.

Ausbeute: 2.8 g (26%).

$^1\text{H-NMR}$  (400 MHz,  $\text{CDCl}_3$ ):  $\delta$  = 7.95 – 7.93 (pd, 1H), 7.63 – 7.59 (m, 3H), 7.18 – 7.15 (m, 2H), 6.94 – 6.93 (pd, 1H).

## A 2 Erfindungsgemäße Verbindungen

A 2.1 Synthese von 2,2',7,7'-Tetrakis-(9,9'-spirobifluoren-2-yl)-9,9'-spirobifluoren  
967 mg 2,2',7,7'-Tetrabrom-9,9'-spirobifluoren, 2.42 g 9,9'-Spirobifluoren-2-  
boronsäure und 1.86 g  $K_2CO_3$  sowie 10 ml Toluol, 15 ml Wasser und 25 ml abs. THF  
wurden in einem 100 ml-Dreihalskolben mit Rückflußkühler und Innenthermometer  
vorgelegt und zur Befreiung von Sauerstoff 45 min unter  $N_2$  bei ca. 60°C gerührt.  
Anschließend gab man den Katalysator zu und refluxierte bei 75°C Innentemperatur  
für insgesamt 46.5 h. Nach Abkühlen auf Raumtemperatur wurde abgesaugt und  
der Niederschlag in ca. 30 ml  $CHCl_3$  gelöst, die Lösung mit 10 ml konz. wäßriger  
 $NaHCO_3$ -Lösung versetzt und eine Lösung von ca. 400 mg KCN in 50 ml Wasser  
zugegeben. Anschließend wurde eine Stunde refluxiert. Nach Abtrennung der  
organischen Phase wurde diese getrocknet und das Lösemittel abgezogen. Das  
Rohprodukt wurde zweimal in Dioxan umkristallisiert. Man erhielt das Produkt als  
weißes Pulver.

Ausbeute: 1.60 g (67%)

Schmelzpunkt (DSC): 449°C ( $T_g = 273^\circ C$ ).

$^1H$ -NMR (400 MHz,  $CDCl_3$ ):  $\delta = 7.82 - 7.80$  (pd, 2H), 7.75 - 7.73 (pd, 1H), 7.66 -  
7.64 (pq, 2H), 7.35 - 7.26 (m, 5H), 7.07 - 7.02 (m, 3H), 6.83 (pd, 1H), 6.78 - 6.77  
(pd, 1H), 6.68 - 6.66 (pd, 2H), 6.64 - 6.62 (pd, 1H).

A 2.2 Synthese von 2,2',7,7'-Tetra-[4-(9,9'-spirobifluoren-2-yl)-phenyl]-9,9'-  
spirobifluoren

1.40 g 2,2',7,7'-Tetrakis-(4-iodphenyl)-9,9'-spirobifluoren, 1.98 g 9,9'-Spirobifluoren-  
2-boronsäure und 1.52 g  $K_2CO_3$  sowie 20 ml Toluol, 15 ml Wasser und 25 ml THF  
wurden in einem 100-ml-Dreihalskolben mit Rückflußkühler und Innenthermometer  
vorgelegt und zur Befreiung von Sauerstoff 45 Minuten unter  $N_2$  bei ca. 60°C  
gerührt. Anschließend gab man 70 mg  $Pd(PPh_3)_4$  zu und refluxierte für 48 Stunden.  
Der Verlauf der Reaktion wurde via DC kontrolliert.  
Die Reaktionmischung wurde etwas eingeeengt und der ausgefallene Feststoff  
abgesaugt, mit Wasser gewaschen und in einem Gemisch aus 30 ml  $CHCl_3$  und 700

mg KCN in 30 ml H<sub>2</sub>O unter Zugabe einiger Tropfen konz. wäßriger NaHCO<sub>3</sub>-Lösung für 2.5 h refluxiert. Anschließend wurde in 50 ml Hexan für 45 Minuten refluxiert, abgesaugt, nachgewaschen und getrocknet. Schließlich wurde noch zweimal aus Dioxan umkristallisiert. Man erhielt das Produkt als weißes Pulver.

5 Ausbeute: 1.28 g (55%)

Schmelzpunkt (DSC): 448 °C ( $T_g = 272$  °C).

<sup>1</sup>H-NMR (400 MHz, CDCl<sub>3</sub>):  $\delta$  = 7.85 – 7.81 (m, 5H), 7.55 – 7.51 (m, 2H), 7.36 – 7.29 (m, 7H), 7.10 – 7.05 (m, 3H), 6.91 (pd, 1H), 6.85 (pd, 1H), 6.74 – 6.69 (m, 3H).

10 A 2.3 Synthese von 2,2',7,7'-Tetrakis-[(2',7,7'-tri-(9,9'-spirobifluoren-2-yl)-9,9'-spirobifluoren-2-yl)-9,9'-spirobifluoren

75.0 mg 2,2',7,7'-Tetrabrom-9,9'-spirobifluoren, 690 mg 2',7,7'-Tri-(9,9'-spirobifluoren-2-yl)-9,9'-spirobifluoren-2-boronsäure und 145 mg K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> sowie 4 ml Toluol, 6 ml Wasser und 10 ml THF wurden in einem 100-ml-Zweihalskolben mit Rückflußkühler vorgelegt und zur Befreiung von Sauerstoff 45 Minuten unter N<sub>2</sub> bei Raumtemperatur gerührt. Anschließend gab man 2.1 mg Pd(PPh<sub>3</sub>)<sub>4</sub> zu und ließ bei 15 75 °C Innentemperatur für insgesamt 140 Stunden refluxieren.

Zur zweiphasigen Reaktionsmischung gab man eine Lösung von 60 mg KCN in 30 ml H<sub>2</sub>O zu und erhitzte für 1 h bei ca. 50 °C. Nach Abtrennung der organischen Phase wurde diese mit 100 ml MeOH gefällt, der ausgefallene Feststoff abgesaugt, 20 getrocknet und über Kieselgel mit Hexan/CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> = 1 : 1 als Laufmittel gesäult. Das Produkt wurde als weißes Pulver nach zweimaliger Umkristallisation in Dioxan erhalten.

Ausbeute: 200 mg (31%).

25 Da das komplexe H-NMR keine genaue Strukturbestimmung zuließ, wurde die Verbindung via hochaufgelöster Masse analysiert.

MS (MALDI-TOF):  $m/z = 5346.63$  [ $M^+$ ]. Theoretischer Wert: 5346.65

## B Verwendung der erfindungsgemäßen Verbindungen in Emissionsvorrichtungen

Von den Verbindungen A 2.1 bis A 2.3 wurden dünne (100 nm) amorphe Filme erzeugt. Dies geschah durch Spin-Coating von Lösungen der jeweiligen Verbindungen in Chlorbenzol. Dazu wurden die Verbindungen zunächst vollständig gelöst (10 mg/ml; die Lösungen wurden erzeugt, indem die Verbindungen für ca. 15 Stunden bei 50°C unter N<sub>2</sub> gerührt wurden) und anschließend bei geeigneten Umdrehungsgeschwindigkeiten aufgeschleudert.

Dabei wurde bei allen drei Verbindungen brillante blaue Photolumineszenz mit extrem hoher Effizienz erhalten. Diese Verbindungen weisen nach unserem Wissen die höchsten jemals berichteten PL-Effizienzen im festen, unverdünnten Zustand auf:

Verbindung	$\lambda_{\text{PL-film}}$ [nm]	$\Phi_{\text{PL-film}}$ [%]
A 2.1	403, 425	>90
A 2.2	414, 435	>90
A 2.3	425, 447	>90

15

Desweiteren wurden mit den Verbindungen Experimente hinsichtlich ihrer Eigenschaften als Laserfarbstoffe (amplified spontaneous emission = ASE; verstärkte spontane Emission) gemacht.

Dazu wurden die erzeugten Filme optisch gepumpt (gepulster Stickstofflaser; Anregung bei 337 nm) und die Linienverengung in Abhängigkeit von der Anregungsintensität verfolgt. Hier ergaben sich folgende Ergebnisse. Diese Ergebnisse wurde verglichen mit denjenigen von zwei nicht erfindungsgemäßen Verbindungen.

20

Verbindung	Beginn deutlicher Linienverengung [ $\mu\text{J}/\text{cm}^2$ ]	Linienbreite der Emission bei halber maximaler Höhe [nm] <sup>3)</sup>
A 2.1	2	3.5
A 2.2	2	3.1
A 2.3	1.3	2.3
Spiro-6-PP <sup>1)</sup>	4	8
Spiro-4-PP <sup>2)</sup>	30	46

<sup>1)</sup> 2,2',7,7'-Tetrakis(4-biphenyl)-9,9'-spirobifluoren;

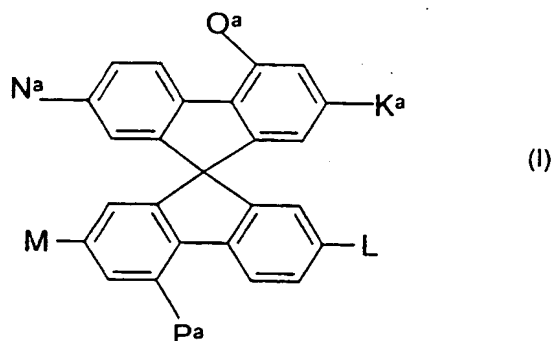
<sup>2)</sup> 2,2',7,7'-Tetraphenyl-9,9'-spirobifluoren.

5 <sup>3)</sup> Anregungsintensität: 10  $\mu\text{J}/\text{cm}^2$

10 Diese Messungen belegen, daß die erfindungsgemäßen Verbindungen bei extrem niedrigen Anregungsenergien bereits das Phänomen der ASE zeigen. Dies prädestiniert die erfindungsgemäßen Verbindungen zur Verwendung in optisch gepumpten Lasern. Elektrisch gepumpte organische Laser sind derzeit noch nicht verfügbar; sollten diese jedoch entwickelt werden, sind die erfindungsgemäßen Verbindungen wegen ihrer extrem hohen PL-Effizienz im festen - unverdünnten - Zustand und ihrer hohen Thermostabilität bestens dafür geeignet.

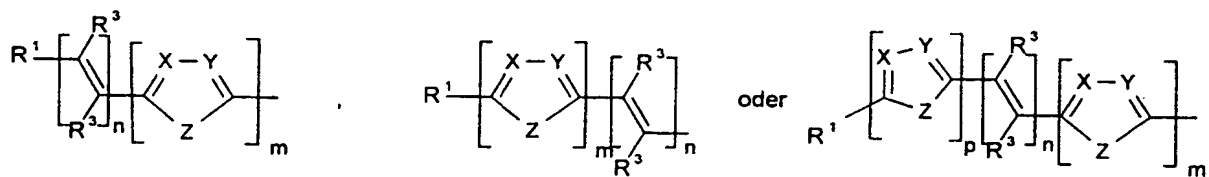
## Patentansprüche:

## 1. Verbindungen der Formel (I)



5

wobei  $K^a$ ,  $L$ ,  $M$ ,  $N^a$ ,  $O^a$ ,  $P^a$  unabhängig voneinander gleich oder verschieden,



10

sind;

wobei die Symbole und Indizes die folgenden Bedeutungen haben:

$R^3$  H,  $C_1$ - $C_{22}$ -Alkyl, CN,  $C_6$ - $C_{14}$ -Aryl,  $C_4$ - $C_{15}$ -Heteroaryl,  $C_5$ - $C_{20}$ -Alkylaryl und  $C_5$ - $C_{20}$ -Arylalkyl

15

$m$ ,  $n$ ,  $p$ : unabhängig voneinander gleich oder verschieden 0, 1, 2, 3, 4, 5, oder 6;

$X$ ,  $Y$ : CR, N

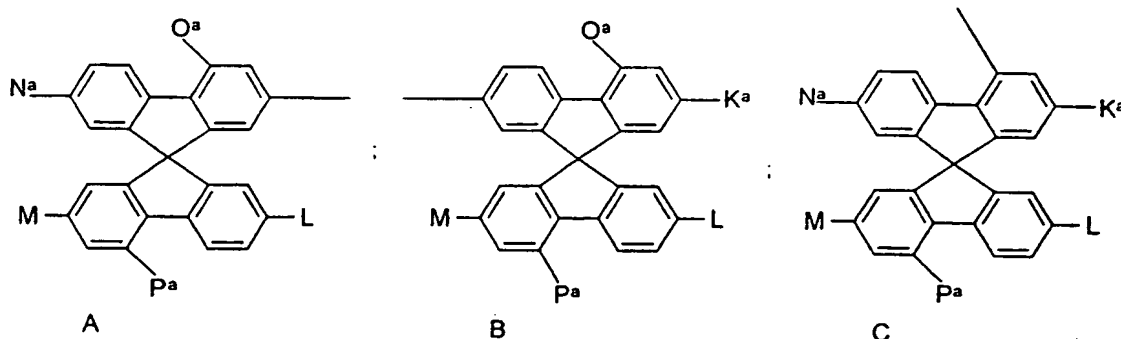
$Z$ : O, S, NR,  $CR_2$ ,  $-CH=CH-$ ,  $-CH=N-$ ,  $-CR^2=CR^2-$  oder  $-CR^2=N-$ ;

$R$ : H,  $C_1$ - $C_{22}$ -Alkyl (linear, verzweigt oder cyclisch),  $C_1$ - $C_{22}$ -Alkoxy, CN,  $NR^2$ ,  $COOR^2$ , CHO,  $SR^2$ ,  $NO_2$ , OH,  $C_6$ - $C_{14}$ -Aryl, wie Phenyl, Biphenyl, 1-Naphthyl, 2-Naphthyl, 9-Anthryl,  $C_4$ - $C_{15}$ -Heteroaryl oder Aryloxy,

20

21

$R^1$ : unabhängig voneinander, gleich oder verschieden R, A, B oder C ,  
wobei



5 wobei mindestens ein Rest  $R^1$ : A, B oder C ist;

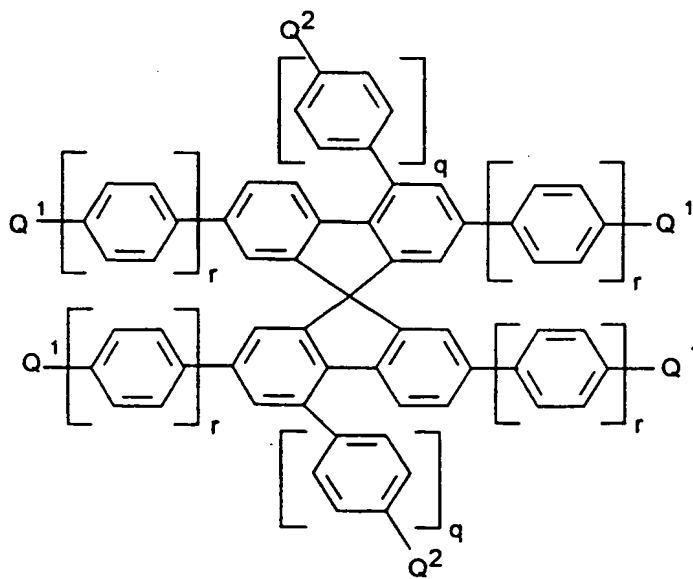
$R^2$  ist gleich oder verschieden H oder ein Kohlenwasserstoffrest mit 1 bis 30  
C-Atomen, der auch ein oder mehrere Heteroatome, enthalten kann,

10 ausgenommen Verbindungen der Formel (I) bei denen  
bei  $O^a$ ,  $P^a$ , M und L gleichzeitig  $R^1$  ungleich A, B oder C ist  
und zugleich bei  $K^a$  und  $N^a$   $R^1$  gleich A oder B bedeutet.  
sowie Verbindungen der Formel (I) bei denen  
bei  $O^a$ ,  $K^a$ , M und  $P^a$  gleichzeitig  $R^1$  ungleich A, B oder C ist  
15 und zugleich bei  $N^a$  und L  $R^1$  gleich A oder B bedeutet.

2. Verbindungen gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Symbole  
und Indizes die folgenden Bedeutungen haben:

20 n, p : 0;  
m : 0, 1, 2, 3, 4, 5 oder 6;  
X, Y : CR;  
Z : -CR=CR-; und  
 $R^1$  : unabhängig voneinander gleich oder verschieden R bzw. A, B  
oder C, wobei mindestens ein  $R^1$ : A, B oder C ist.

3. Verbindungen gemäß Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß in Formel I für  $K^a$ , L, M,  $N^a$ :  $R^1$  unabhängig voneinander gleich oder verschieden A, B oder C ist.
- 5 4. Verbindungen gemäß mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in Formel (I)  $O^a$  und  $P^a$  gleich H ist.
5. Verbindungen gemäß Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß in Formel (I)  $R^1$  gleich oder verschieden A, B oder C ist.
- 10 6. Verbindungen gemäß mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß  $R^1$ : R oder A ist, wobei mindestens ein  $R^1$  gleich A ist.
- 15 7. Verbindungen gemäß mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß  $R^1$  gleich A ist.
8. Verbindungen der Formel (II)



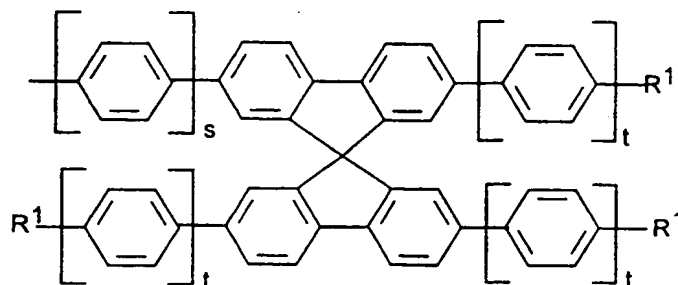
(II)



wobei die Symbole und Indizes die folgenden Bedeutungen haben:

$q, r$  : unabhängig voneinander gleich oder verschieden 0, 1, 2, 3, 4, 5 oder 6;

$Q^1, Q^2$ : unabhängig voneinander gleich oder verschieden H oder



5

wobei

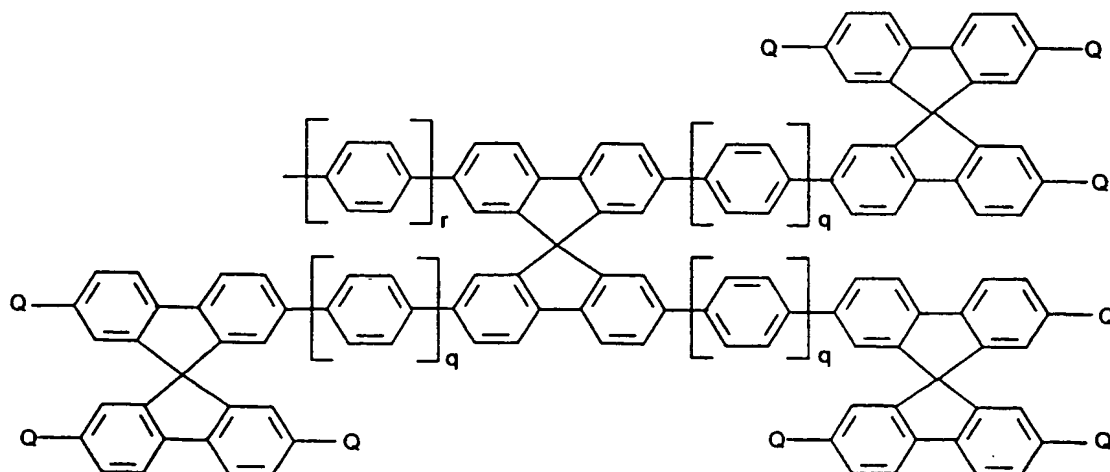
$s, t$ : unabhängig voneinander gleich oder verschieden 0, 1, 2, 3 oder 4 ist;  
und

10  $R^1$ : unabhängig voneinander gleich oder verschieden R bzw. A, B oder C ist.

9. Verbindungen gemäß Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Symbole und Indizes die folgenden Bedeutungen haben:

15

$Q^1, Q^2$ : unabhängig voneinander gleich oder verschieden H oder



wobei

s, tr: unabhängig voneinander gleich oder verschieden 0, 1, 2, 3 oder 4 ist; und

Q : unabhängig voneinander gleich oder verschieden R oder Q' ist.

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP 99/00615

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 6 C07C13/72 //H01S3/0947

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 6 C07C C07D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 676 461 A (HOECHST AG) 11 October 1995 cited in the application ----	
A	WO 97 10617 A (HOECHST AG) 20 March 1997 cited in the application -----	

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

28 April 1999

Date of mailing of the international search report

07/05/1999

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040. Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Van Geyt, J

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 99/00615

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0676461 A	11-10-1995	DE 4411969 A	19-10-1995
		DE 4442063 A	30-05-1996
		DE 4446818 A	04-07-1996
		CN 1112951 A	06-12-1995
		JP 7278537 A	24-10-1995
		US 5840217 A	24-11-1998
WO 9710617 A	20-03-1997	DE 19533850 A	27-03-1997
		AU 6988596 A	01-04-1997
		CN 1196138 A	14-10-1998
		EP 0850492 A	01-07-1998
		US 5885368 A	23-03-1999

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

nationales Aktenzeichen

PCT/EP 99/00615

**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
IPK 6 C07C13/72 //H01S3/0947

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 6 C07C C07D

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 0 676 461 A (HOECHST AG) 11. Oktober 1995 in der Anmeldung erwähnt	
A	WO 97 10617 A (HOECHST AG) 20. März 1997 in der Anmeldung erwähnt	

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" Älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

28. April 1999

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

07/05/1999

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Van Geyt, J

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

nationales Aktenzeichen

PCT/EP 99/00615

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0676461 A	11-10-1995	DE 4411969 A	19-10-1995
		DE 4442063 A	30-05-1996
		DE 4446818 A	04-07-1996
		CN 1112951 A	06-12-1995
		JP 7278537 A	24-10-1995
		US 5840217 A	24-11-1998
WO 9710617 A	20-03-1997	DE 19533850 A	27-03-1997
		AU 6988596 A	01-04-1997
		CN 1196138 A	14-10-1998
		EP 0850492 A	01-07-1998
		US 5885368 A	23-03-1999